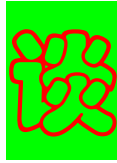


2005 年 7 月

规范编制人之一_浙江大学严家禧教授



《砌体结构设计规范》

一、修订概况

本次规范修订是根据建设部[1998]94 号文的修订通知，由中国建筑东北设计研究院会同有关设计、研究和教学 21 个单位组成的修编组完成的。

修订工作自 1998 年 7 月开始，先后召开了七次修编工作会议，2000 年 7 月完成送审稿，2000 年 12 月通过审查，2002 年 3 月 1 日施行，本次修订后规范共 10 章 5 个附录。

根据砌体结构的发展，结合我国墙体革新以及我国经济的发展，本次修订主要有以下内容：

1. 适当提高了砌体结构的可靠度水平。增加了以重力荷载效应为主的荷载组合，对材料强度进行了调正，引入施工质量控制等级；
2. 提高了材料的最低强度等级，提高了砌体结构耐久性；
3. 增加蒸压粉煤灰砖砌体、蒸压灰砂砖砌体、砌块灌实砌体抗压强度、灌实砌体抗剪强度和轻骨料砌块砌体的强度指标；
4. 增加了墙体对墙端梁约束的计算；
5. 增加了无筋砌体双向偏心受压承载能力的计算；
6. 增加了砌体局部受压刚性垫块上表面梁端有效支承长度的计算；
7. 修订了通缝受剪构件的承载能力计算公式；
8. 修订了一般构造要求，调整了部分房屋伸缩缝的间距，补充了房屋抗裂构造措施，增加了夹心墙的构造要求；
9. 增加了连续墙梁和框支墙梁的设计方法；
10. 增加了钢筋砌块构造柱组合墙的设计方法；
11. 增加了配筋砌块砌体剪力墙的设计方法；
12. 增加了砌体结构的抗震设计。

二、材料部分修订简要说明

（一）砌体结构类别的增设和调整

1. 对硅酸盐砖类中应用最多的蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体列出了强度指标。
2. 列入了轻骨料砌块砌体的强度指标。

3. 未列入中型砌块砌体材料的内容。

4. 未列空斗墙材性的内容。

(二) 修订了砌体材料性能分项系数

本次规范修订调整了砌体的材料性能分项系数,由《88 规范》的 $\gamma_f=1.5$, 调整为 $\gamma_f=1.6$ 调整后的砌体强度设计值与《88 规范》相比,材料强度设计值降低 6.3%。

材料强度设计值按下式计算:

$$f_k=f_m-1.645\sigma_m=f_m(1-1.645\delta_f)$$

$$f=f_k/\gamma_f=f_m(1-1.645\delta_f)/\gamma_f$$

(三) 调整了承重砌体块体、砂浆的强度等级和最低强度等级

1. 砖砌块为 MU10; 砂浆为 M2.5。

2. 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖为 MU10; 砂浆为 M5。

3. 砼小型空心砌块为 MU5, 砂浆为 M5。

为适应我国小型砌块高层建筑的发展,增加了 MU20 材料强度等级。

(四) 砼小型砌块砌体强度公式的调整

由于砼小型砌块高层建筑在我国的发展,砌块块体和砂浆强度应适当提高,根据高强砌块砌体试验资料,应用高强砌块和砂浆的砌体,《88 规范》砌体平均强度计算公式取值偏高,为此,本次修编时对砌体平均强度公式进行了修正,修正公式为:

$$f_m=0.46f_1^{0.9}(1+0.07f_2)(1.1-0.01f_2) \quad (f_2>10\text{MPa}) \quad (f_2\leq f_1)$$

$$f_m=0.46f_1^{0.9}(1+0.07f_2) \quad (f_2\leq 10\text{MPa})$$

同时对 MU20 的砌体乘以 0.95 的降低系数。

(五) 对单排孔对孔砌筑砼小型空心砌块灌孔砌体的抗压强度提高系数 ϕ_1 进行了修订,并补充了灌孔砌体的弹性模量和灌芯砌体的通缝抗剪强度。

《88 规范》灌孔砌体的提高系数采用下式表达:

$$\phi_1=0.8/(1-\delta)$$

本次修订收集了广西、贵州、河南、四川、广东和近期湖南大学、哈尔滨建筑大学共 39 组 150 个试验数据,反映《88 规范》 ϕ_1 偏低,本次修订采用下式计算:

$$f_{Gm}=f_m+0.94\alpha f_{cm} \quad (\rho\geq 33\%)$$

$$f_G=f+0.6\alpha f_c$$

$$f_G/f\leq 2$$

f_{Gm} 统计平均值为 1.112, 变异系数为 0.193。

灌孔砌体的通缝抗剪强度,本次修订主要依据湖南和辽宁等地的 101 个试验数据,采用下式计算:

$$f_{vg\cdot m}=0.32f_{g\cdot m}^{0.55}$$

$$f_{vg}=0.2f_g^{0.55}$$

$f_{vg \cdot m}$ 统计平均值 1.043, 变异系数为 0.214。

(六) 增加了单排孔和多排孔轻骨料砼小砌块砌体的材性指标

多排孔轻骨料小砌块在我国寒冷地区应用较多, 这类砌块材料主要有火山渣砼、浮石砼和陶粒砼, 考虑节能要求有二排、三排和四排, 孔洞率较小, 砌块强度较低。

单排孔轻骨料小砌块砌体材料主要有水泥煤渣砼和煤矸石砼, 考虑节能各地也应用于多排孔。

本次材料修订应用了《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14-95 的材性指标。

(七) 规定了蒸压灰砂砖砌体和蒸压粉煤灰砖砌体的材料指标

蒸压灰砂砖砌体强度指标依据, 湖南大学、重庆市建研院和长沙市城建科研所的试验资料, 本次修订蒸压灰砂砖的材性指标, 采用《蒸压灰砂砖砌体结构设计施工规程》CEC20:90 的材性指标, 材性指标抗压强度取烧结普通砖的抗压强度指标, 抗剪强度取烧结普通砖的 0.7 倍。

蒸压粉煤灰砖砌体强度指标主要依据四川省建筑科学研究院的试验成果, 并参考有关单位的试验资料, 粉煤灰砌体的抗压强度相当或略高于烧结普通砖的砌体强度。修订规范的蒸压粉煤灰砖砌体的抗压和抗剪强度取值同蒸压灰砂砖砌体。

(八) 增加了砌体的收缩率

砌体的收缩率参考了块体的收缩率、国内的试验数据, 主要参考了 ISO/TCM9/SC1 的规定, 经分析确定的, 砌体的收缩率和块体的上墙含水率、砌体的施工方法和当地的环境等有密切关系。

(九) 调整了水泥砂浆的 γ_a

抗压强度由原规范 $\gamma_a=0.85$, 调整为 0.9。

抗剪强度由原规范 $\gamma_a=0.75$, 调整为 0.8。

(十) 引入施工质量控制等级

《砌体工程施工及验收规范》规定了砌体施工质量控制等级, 划分为 A、B、C 三个等级。考虑到一些具体情况, 砌体规范只规定了 B、C 二个施工质量控制等级, 规范中的强度设计值采用我国一般的施工水平即 B 级施工质量控制等级。

三、可靠度部分修订内容

(一) 砌体结构可靠度修订的主要内容

1. 修订了荷载效应组合模式。依据《建筑结构荷载规范》的规定, 砌体结构设计表达式为:

$$\gamma_0 (1.2 S_{GK} + 1.4 S_{QIK} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{QiK})$$

$$\gamma_0 (1.35 S_{GK} + 1.4 \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{QiK})$$

2. 依据《建筑设计可靠度统一标准》的规定，住宅楼面活荷载由 1.5KN/m²调整为 2KN/m²，依据《建筑结构荷载规范》的规定，风荷载由 30 年一遇，改为 50 年一遇。

3. 对部分砌体结构抗力统计参数进行了调整和补充。本次修订基本上仍应用《88 规范》编制时的统计参数，仅对《88 规范》某些统计参数因实验和实测数据少，从偏于安全考虑，适当地进行了调整，对新列入砌体结构规范的轻骨料混凝土砌块砌体，补充了该类砌体的抗力统计参数。

4. 调整了材料性能分项系数。 γ_f 由《88 规范》的 1.5 调整为 1.6。

5. 引入施工质量控制等级，一般情况下，施工质量控制等级为B级，相应的 $\gamma_f=1.6$ ，A 级 $\gamma_f=1.5$ ，C 级 $\gamma_f=1.8$ 。

6. 砌体结构抗力部分的调整，见抗力计算部分。

（二）砌体结构的可靠指标

依据《建筑设计可靠度统一标准》本次可靠度计算，极限状态方程为：

$$\gamma_0 (\gamma_G \cdot S_{GK} + \gamma_Q \cdot S_{QK}) \leq R$$

分项系数取 $\gamma_G=1.2$ 、 $\gamma_Q=1.4$ 和 $\gamma_G=1.35$ 、 $\gamma_Q=1.4 \times 0.7=0.98$ 二种组合，材料分项系数 $\gamma_f=1.6$ 。荷载效应比取用 $\rho=0.1$ 、0.25、0.5。采用（恒载+办公楼活载）及（恒载+住宅活载）两种荷载组合方式。可靠度采用一次二阶矩方法计算。

砌体的可靠指标 β

	烧结普通砖砌体		砼小型空心砌块砌体	
	住宅	办公楼	住宅	办公楼
轴压	4.13	4.22	4.27	4.35
偏压	4.26	4.35		
受剪	4.10	4.19	4.43	4.52

新修编的《砌体结构设计规范》GB50003 砌体结构可靠度水平较《88 规范》有提高。

砌体结构抗压、抗剪的可靠度指标均能满足 $\beta \geq 3.7$ 的要求，达到 $\beta \geq 4$ 的水平。

总体的可靠度水平对于住宅建筑与《88 规范》比较提高 16%左右。

（三）设计表达式的可靠度水平

为了比较《88 规范》和本次修订规范二者设计表达式在应用中的可靠度水平，采用了折算安全系数法进行比较。

$$\text{折算安全系数 } K = \frac{\bar{\gamma} \cdot \gamma_f}{1 - 1.645 \delta_f}$$

平均的荷载系数 $\bar{\gamma} = (\gamma_G \bullet S_G + \gamma_Q \bullet S_Q) / (S_G + S_Q)$

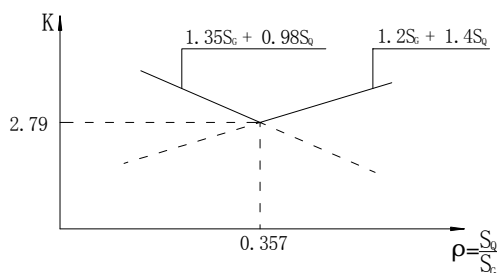


图 1 K-ρ 关系图

分析结果：

1. 折算安全系数最小值：受压构件 $K=2.79$ ；受剪构件 $K=2.99$ 。

2. 采用二个设计表达式后，提高了以自重为主的砌体结构可度度，二个设计表的折算安全系数的交点 ρ 值为 0.357，表明：

当 $\rho \leq 0.357$ 时，由 $\gamma_G=1.35$ ， $\gamma_Q=0.98$ 控制

当 $\rho \geq 0.357$ 时，由 $\gamma_G=1.2$ ， $\gamma_Q=1.4$ 控制

（四）《GB50003》、《GBJ3-88》墙体抗压承载力比较

以住宅横墙为例

砖砌体 GBJ3-88/GB50003=1.161~1.165

砌块砌体 GBJ3-88/GB50003=1.157~1.162

轴心抗压安全度水平总体提高 16%左右。

16%左右的提高值是设计表达式变化、住宅楼面活载的提高以及砌体材料性能分项系数的综合提高值。

16%的综合提高值，比较《GB50003》和《GBJ3-88》，在住宅设计时约相差一层的荷载水平。即按《GBJ3-88》可建七层，按《GB50003》仅能建六层。

四、静力计算规定修订内容

（一）静力计算的局部规定修改内容

1. 梁端支承压力 N_l 到墙内边的距离，对顶层和楼层均取梁端有效支承长度 a_0 的 0.4 倍。《88 规范》顶层楼盖取 a_0 的 0.33 倍。见图 2。

2. 梁跨度大于 9 米的墙的承重多层房屋，增加了考虑梁端支座约束弯矩对墙增加的附加弯矩。

按梁两端固结计算梁端弯矩，再乘以修

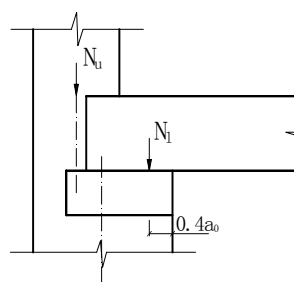


图 2 梁端支承压力位置

正系数 γ 后，按墙体线性刚度分到上层墙底部和下层墙顶部，修正系数 γ 按下式计算：

$$\gamma = 0.2 \sqrt{\frac{a}{h}}$$

式中 a —梁端实际支承长度；

h —支承墙体的墙厚，当上下墙厚不同时，取下部墙厚，当有壁柱时取 h_T 。

(二)取消了上刚下柔多层房屋的计算规定，考虑到这种结构存在着显著的竖向刚度突变，在构造处理不当或偶发事件中存在着整体失效的可能性，故规范不列上刚下柔多层房屋的规定，应使房屋成为符合刚性方案的结构。

五、无筋砌体构件计算修订内容

(一) 受压构件

1. 轴向力的偏心距 e 按内力设计值计算

《88 规范》规定，轴向力的偏心距按荷载标准计算，应用不方便。新规范规定在承载力计算时，轴向力的偏心距按内力设计值计算。

通过计算分析，采用内力设计值计算轴向力的偏心距，在常遇范围内其承载力的降低不超过 6%，偏心距计算由标准值改为设计值是偏于安全的。

2. 轴向力偏心距的限值

轴向力偏心距 e 由《88 规范》不宜超过 $0.7y$ 改为不应超过 $0.6y$ ，试验表明当 $e > 0.6y$ 时砌体承载时水平裂缝长度和宽度明显增加，受压区面积减少，构件刚度降低，构件承载力低，安全度降低，故作此规定。

3. 增加了无筋砌体双向偏心受压构件承载力的计算方法

新规范仍采用附加偏心距分析方法，建立的计算公式与单向偏心受压构件承载力的计算公式相衔接。

假定双向偏心受压构件的截面应力成线性分布，并按应力叠加原理，可求得其承载力影响系数 ϕ ：

$$\phi = \frac{1}{1 + \frac{(e_h + e_{ih})^2}{i_x^2} + \frac{(e_b + e_{ib})^2}{i_y^2}} \quad (1)$$

对于矩形截面构件

$$\phi = \frac{1}{1 + 12 \left(\frac{e_h + e_{ih}}{h} \right)^2 + 12 \left(\frac{e_b + e_{ib}}{b} \right)^2} \quad (2)$$

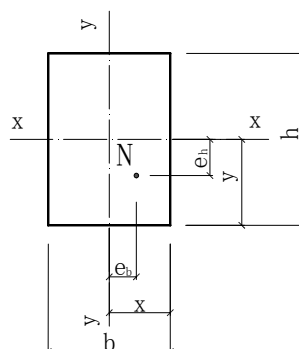


图 3 双向偏心受压

$$e_{ib} = \frac{b}{\sqrt{12}} \sqrt{\frac{1}{\varphi_0} - 1} \left(\frac{e_b/b}{e_b/b + e_h/h} \right) \quad (3)$$

$$e_{ih} = \frac{h}{\sqrt{12}} \sqrt{\frac{1}{\varphi_0} - 1} \left(\frac{e_h/h}{e_b/b + e_h/h} \right) \quad (4)$$

湖南大学 48 根据短柱和 30 根长柱的双向偏心受压试验结果表明，试验值与本方法计算值的平均比值，对于短柱为 1.236，对于长柱为 1.329，其变异系数分别为 0.103 和 0.163。

偏心距限值规范规定 e_b 、 e_h 宜分别不大于 0.5x 和 0.5y。

(二) 局部受压

1. 梁支承在墙体上的支承长度

《88 规范》采用了精确公式和简化公式，新规范为了方便设计，并不影响局压安全的条件下采用了一个计算公式——简化公式。

$$a_0 = 10 \sqrt{\frac{h_c}{f}}$$

2. 梁端设有刚性垫块时，补充了梁在垫块上的支承长度

《88 规范》刚性垫块上梁的支承长度，以梁与砌体接触的 a_0 值取代，有限元分析表明，梁在垫块上表面的 a_0 较小，这对于垫块下局压承载力计算影响不是很大（有垫块时局压应力大为减小），但可能对其下的墙体受力不利，增大了荷载偏心距，因此有必要补充垫块上表面梁端有效支承长度 a_0 的计算方法。其 a_0 的计算公式为：

$$a_0 = \delta_1 \sqrt{\frac{h_c}{f}}$$

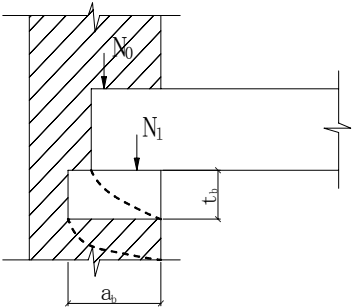


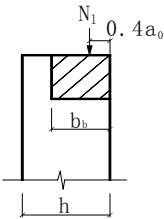
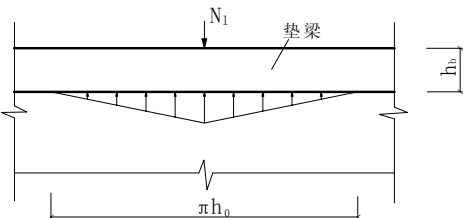
图 4 有垫块的支承长度

式中 δ_1 ——刚性垫块影响系数，随 σ_0/f 增大， $\sigma_0/f=0\sim0.8$ 时， $\delta_1=5.4\sim7.8$

响系数，随 σ_0/f 增大， $\sigma_0/f=0\sim0.8$ 时， $\delta_1=5.4\sim7.8$

3. 垫梁下砌体的局部承压

新规范增加了荷载沿墙厚方向不均匀分布时局压计算的修正系数，当均匀分布时 $\delta_2=1$ ，不均匀分布时 $\delta_2=0.8$ 。



$$\sigma_0 + N_{l+} \leq 2.4 \delta_2 f b_b h_0$$

图 5 垫梁局部承压

(三) 受剪构件

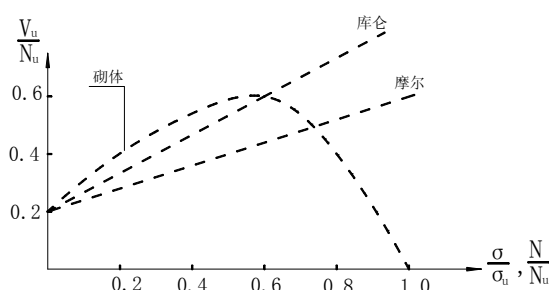
沿通缝受剪构件承载力计算《88 规范》采用剪摩理论建立的表达式：

$$V \leq (f_v + 0.18 \sigma_k) A$$

砌体抗剪研究表明，砌体抗剪强度并非如库论（剪摩）理论和摩尔（主拉应力）理论随正压力线性增加，而是随 $\sigma_0/f_m=0\sim0.6$ 区间增长逐步减慢；而当 $\sigma_0/f_m>0.6$ 后，抗剪强度迅速下降，以致 $\sigma_0/f_m=1.0$ 时为零，整个过程包括了剪摩、剪压和斜压三个破坏阶段与破坏形态。

本次受剪构件承载力计算引入了剪压复合受力影响系数 μ ，和对不同砌体采用修正系数 α ，其设计表达式为：

$$V \leq (f_v + \alpha \mu \sigma_0) A$$



图

6 N/N_0 —
 V_v/M_u 关系
图
式 中
 μ —— 剪

压复合受力影响系数；

α ——考虑不同砌体和采用不同荷载效应组合时的修正系数。

该式是根据 120 个数据统计分析而得，适用于 $\sigma_0/f_m=0\sim0.8$ 的范围。

六、构造要求

(一) 增加了带构造柱的高厚比验算

根据墙体的稳定计算，增加了带构造柱允许高厚比的提高系数。

$$\mu_c = 1 + \gamma \frac{b_c}{L} \quad \beta = \frac{H_o}{h} \leq \mu_1 \mu_2 [\beta]$$

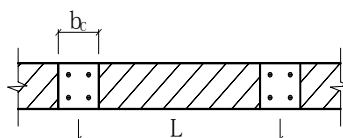
$L/b_c < 4$ 时，取 $b_c/L=0.25$

$L/b_c > 20$ 时，取 $b_c/L=0$

γ ：砌块、粗料石及毛石砌体 $\gamma=1$

其余砌体 $\gamma=1.5$

公式不适用细料石和半细料石。



(二) 一般构造

1. 为了提高墙体的耐久性，提高了材料最等级。

图 7 带构造柱墙

低强度

2. 加强了砌块墙体间的连结。

3. 对墙体上开槽和留洞作了规定，长边 $<500\text{mm}$ 、独立柱不设管线；墙上无法避免开槽时应作验算。

4. 增加了夹心墙的构造条文。

（三）防止或减轻墙体开裂

1. 修订了砌体房屋温度伸缩缝间距

烧结普通砖、多孔砖和配筋砌块砌体房屋不变。

砼砌块、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、石砌体按砖砌体房屋的伸缩缝最大间距乘 0.8。

2. 增加了防止或减轻墙体开裂的主要措施。主要推出了防止顶层的温度和收缩引起的墙体裂缝和底层由于地基不均匀沉降和收缩引起的墙体裂缝的构造要求。

七、圈梁、过梁、墙梁和挑梁

（一）圈梁

1. 因工程上较少应用，同时为了提高房屋整体性，在规范中未列钢筋砖圈梁。

2. 规范中强调了设置现浇钢筋砼圈梁。

3. 多层房屋超过四层，在纵横墙上应隔层设置圈梁。

（二）过梁

钢筋砖过梁允许跨度：原为 2.0m，修改为 1.5m。

砖砌平拱允许跨度：原为 1.8m，修改为 1.2m。

砖砌过梁砂浆强度等级不宜低于 M5。

（三）墙梁

由混凝土托梁和梁上计算高度范围内的砌体墙组成的组合构件，称为墙梁；包括简支墙梁、连续墙梁和框支墙梁；可划分为承重墙梁和自承重墙梁。墙梁设计曾采用过以下方法：全部荷载法、部分荷载法（如两墙三板或四墙五板）、过梁法和弹性地基梁法等。由于没有考虑托梁与墙体的组合作用，又忽略了墙体承载力计算，不是合理可靠的设计方法。

本次修订补充了连续墙梁和框支墙梁的试验和研究，由《88 规范》单跨简支墙梁，增加了连续墙梁和框支墙梁，仍采用《88 规范》的模式，本次修订仅对公式中的参数根据试验和有限元分析的结果进行了调整。保持了墙梁计算的连续性，同时简化了墙梁的计算，本次修订后墙梁的可靠度较《88 规范》有较大提高。

墙梁设计主要调整内容：

1. 增加了托梁高度，由 $h_b/l_{oi} \geq 1/12$ 改为 $h_b/l_{oi} \geq 1/10$ 。增加 h_b/l_{oi} ，使墙梁上的竖向荷载向跨中聚集，改善了墙体的受剪和局压。

2. 偏开洞墙梁受力不利，对墙梁的组合作用发挥不利，洞口外边缘墙肢过小，极易剪切

和推出破坏,因此增大了洞口边至支座中心的距离 $a_i>0.15l_{oi}$,对中支座 $a_i>0.07l_{oi}$,且每跨允许采用一个洞口。

3. 为了提高可靠度和简化荷载计算,对墙梁顶部荷载设计值 Q_2 计算作了修改,《88 规范》对活载 Q_2 考虑折减,新规范不折减,取全荷,仅在墙体受剪和局部受压时考虑翼墙的卸载作用。

墙梁顶面的集中荷载可沿作用跨度近似化为均布荷载。

4. 托梁跨中正截面仍按钢筋砼偏心受拉构件计算,规范分别对简支墙梁、连续墙梁和框支墙梁分别给出了考虑组合作用的三个系数 α_M 、 η_N 和 ψ_M 。

α_M ——托梁跨中弯矩系数。

η_N ——托梁跨中轴力系数。

ψ_M ——洞口对托梁弯矩的影响系

$$M_{bi} = M_{li} + \alpha_M M_{2i}$$

$$N_{bti} = \eta_N \frac{M_{2i}}{H_o}$$

5. 托梁支座按受弯构件计算;
梁图

$$M_{bj} = M_{lj} + \alpha_M M_{2j}$$

$$\alpha_M = 0.75 - \frac{a_i}{l_{oi}}$$

6. 托梁斜截面受剪承载力按受弯构件计算;取消在洞口边按偏拉构件计算,采用在洞口二边加强箍筋的构造措施的方法,简化了截面承载力计算。

7. 墙梁墙体受剪承载力计算中,增加了墙梁顶面梁对墙体受剪的有利影响。根据试验和计算分析,墙梁顶面圈梁能将部分荷载传至支座,并和托梁一起约束墙体的横向变形,提高墙体的受剪承载力。

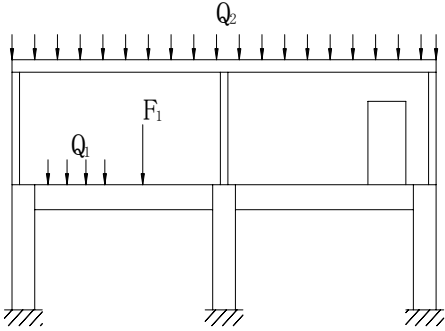
8. 加强了墙梁的构造要求(材料、墙体、托梁)。

(四) 挑梁

1. 对 $L_1 \geq 2.2h_b$ 的挑梁计算倾覆点至墙外边缘的距离 X_0 的计算,取消 $X_0=1.25\sqrt[4]{h_b^3}$ (理论公式),采用 $X_0=0.3h$ 的简化公式。

2. 增加了在墙端设构造柱的 X_0 的计算方法,取无构造柱 X_0 的 0.5。

3. 挑梁的抗倾覆力矩取值,对墙体荷载明确规定为本层墙体和楼面恒荷载标准值之和。



数。

图 8 墙

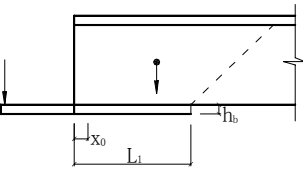


图 9 挑梁图

八、配筋砖砌体构件

《88 规范》配筋砖砌体分为网状配筋砖砌体和组合砖砌体，近年来由于墙体中常设置构造柱形成了砖砌体和钢筋砼构造柱组合墙。这次规范修订增加了该组合墙的计算和构造内容。

在荷载作用下，由于构造柱和砖墙刚度不同，以及内力重分布的结果，构造柱分担墙体上的荷载，此外，构造柱与圈梁形成“弱框架”砌体受到约束，也提高了墙体的承载力。根据湖南大学的试验研究，可采用组合砖砌体轴心受压构件承载力的计算公式，但引入了强度系数 η 以反映前者与后者的差别。其设计表达式为：

$$N \leq \phi_{\text{com}} [f A_n + \eta (f_c A_c + f_y' A_s')]$$

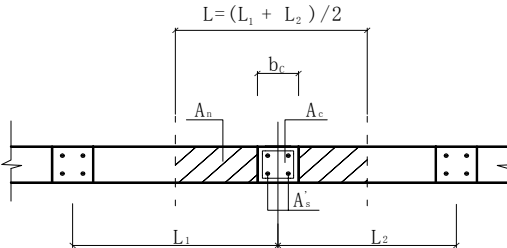
$$\eta = \left[\frac{1}{\frac{l}{b_c} - 3} \right]^{\frac{1}{4}}$$


图 10 砖砌体和构造柱组合墙

式中 η ——强度系数当 $l/b_c < 4$ 时，取 l/b_c 等于 4

ϕ_{com} ——组合砖墙的稳定系数

九、配筋砌块砌体构件

我国从 80 年代开始进行了高层配筋砌块砌体结构的研究和实践取得了成果，这些工作主要有：

1. 高强砌块的研究——MU15、MU20 砌块的制作。
2. 高性能砂浆和灌孔砼的研究，我国已颁布《砼小型空心砌块砌筑砂浆》JC860-2000 和《砼小型空心砌块灌孔砼》JC861-2000 国家标准。
3. 灌实砌块砌体的抗压强度和抗剪强度的研究，研究成果已列入本次修订的新规范。
4. 配筋砌体剪力墙和静力和伪静力试验研究，为配筋砌体的构件计算提供了依据。
5. 配筋砌体的构造研究，例如配筋在砌体中的锚固等。
6. 试点建筑实践
 - ①80 年代中期广西南宁建 10 层住宅和 11 层办公楼。
 - ②1986~1988 年辽宁本溪建 8~10 住宅 12 万 m^2 。
 - ③1997 年辽宁盘锦 15 层砌块住宅。
 - ④1998 年上海 18 层配筋砌块住宅，高 51.4m。
 - ⑤2000 年抚顺中兴大厦，底框配筋砌块剪力墙结构。

⑥最近哈尔滨已建成 19 层砌块住宅。

通过了试点建筑积累了高层配筋砌体的设计和施工的工程实践。

本章编制是吸收和消化国外先进经验，并根据我国的研究和实践，认真总结完成的。

本章的要点：

（一）本章规定配筋剪力墙的内力和位移可按弹性方法计算，国外研究和实践表明，配筋砌块砌体的力学性能与钢筋砼的性能非常相似。

（二）正截面受压承载力计算

1. 轴心受压计算，因配筋灌孔砌体不同于无筋砌体和横向配筋砌体，通过试验，规范给出了轴心受压构件的稳定系数 ϕ_{og} 。

$$N \leq \phi_{og} (f_g A + 0.8 f_y' A_s')$$
$$\phi_{og} = \frac{1}{1 + 0.001 \times \beta^2}$$

2. 偏心受压计算，采用砼偏压的计算方法。

对 T 形和倒 L 形偏心受压构件配筋砌块砌体在翼缘和墙体连接处较砼构件弱，配筋砌块砌体作了加强连结的构造措施。

（三）斜截面受剪承载力计算

根据国内外研究，剪力墙斜截面受剪承载力主要和四个方面因素有关。

①材料强度（砌体为抗剪强度、砼为抗拉强度）；

②墙体的高宽比或剪跨比；

③垂直正应力；

④水平和垂直配筋率。

本章采用的抗剪承载能力的表达式中抗力项均包含了四个方面的作用和影响。

1. 偏心受压受剪承载力

$$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.6 f_{vg} b h_0 + 0.12 N \frac{A_w}{A}) + 0.9 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0$$

式中砌体强度采用灌孔砌体抗剪强度设计值。

式中正应力取 $0.12N$ ，主要是为了控制正应力对抗剪强度的贡献。因为砌体的抗剪能力随轴压比的增大而增大，但增速减慢，而当 $\sigma_0 > 0.75 f_m$ 时墙体转为斜压破坏，抗剪强度有明显的降低。

墙体水平配筋在墙体开裂前几乎不受力，到达极限状态时参与受力，并达到屈服。该项前的 0.9 系数是参照试验和国际标准取试验验证时的下限值所乘的系数。

墙中竖向钢筋主要通过销栓作用抗剪，极限荷载时达不到屈服，公式中未直接反映竖向

钢筋的贡献，而是在公式的综合中考虑。

2. 偏心受拉受剪承载力

$$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.6 f_{vg} b h_0 - 0.22 N \frac{A_w}{A}) + 0.9 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0$$

(四) 连梁的计算

连梁采用钢筋砼时，按砼构件计算。

连梁采用配筋砌体时，斜截面受剪承载力

$$V_b = 0.8 f_{vg} b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0$$

(五) 配筋砌块砌体剪力墙的构造（略）

十、砌体结构构件抗震设计

砌体结构构件抗震设计是本次修订新增的章节。《砌体结构设计规范》在《88 规范》颁布后对砖砌体和钢筋砼构造柱组合墙、配筋砌块砌体剪力墙和墙梁的抗震方面进行了研究和实践，充实了建筑抗震设计的内容。本章编写时，抗震设计与《建筑抗震设计规范》一致，对配筋砌块砌体剪力墙的抗震设计作了较多的补充。对于底框房屋抗震设计增加了框支墙梁的设计和构造。

(一) 多层无筋砌体主要修改内容

1. 烧结多孔砖在 6 度区房屋总层数和高度修改为 7 层、21m。
2. 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖列入了规范，并作了应用规定。

(二) 底框房屋允许底部有二层框架，《建筑结构抗震设计规范》有详细的规定。

(三) 增加了砖砌体和钢筋砼构造柱的抗震设计。

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [\eta_c f_{VE} (A - A_c) + \zeta f_t A_c + 0.08 f_y A_s]$$

式中 A_c ——中部构造柱的横截面总面积（对横墙和内纵墙， $A_c > 0.15A$ 时，

取 $0.15A$ ；对外纵墙， $A_c > 0.25A$ 时，取 $0.25A$ ；

η_c ——墙体约束修正系数；一般情况取 1.0，构造柱间距不大于 2.8m 时取 1.1；

ζ ——中部构造柱参与工作系数；居中设一根时取 0.5，多于一根时取 0.4。

(四) 增加了配筋砌体剪力墙的抗震设计

1. 关于适用最大高度

考虑配筋砌体对配套材料和施工质量要求较高和我国工程实践少，适用最大高度较国外

同类结构相比，控制较严，见下表，约为钢筋砼剪力墙适用最大高度的一半，且比钢筋砼框架结构低。

配筋砌块砌体剪力墙房屋适用的最大高度（m）

最小墙厚	6°	7°	8°
190mm	54	45	30

2. 配筋砌块砌体剪力墙抗震承载力

①加严了截面限制和偏压、偏拉斜截面的承载力计算公式。

配筋砌块砌体剪力墙反复加载受剪承载力比单调加载有所降低，其降低幅度和钢筋砼剪力墙很接近，因此将静力承载力乘以降低系数 0.8。

$$\text{截面限制: } \lambda > 2 \quad V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.2 f_g b h$$

$$\lambda \leq 2 \quad V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.15 f_g b h$$

$$\text{偏压 斜截面: } V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1}{1-0.5} (0.48 f_{vg} b h_0 + 0.10 N \frac{A_w}{A}) + 0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \right]$$

$$\text{偏拉 斜截面: } V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1}{1-0.5} (0.48 f_{vg} b h_0 - 0.17 N \frac{A_w}{A}) + 0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \right]$$

②底部加强，为了保证强剪弱弯，底部加强区取 H/6 及两层。并按抗震等级增加了底部剪力。

3. 连梁的抗震设计

①截面限制

$$\lambda > 2.5 \quad V_b \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.2 f_g b h_0 \quad \text{满足受剪承载力的要求}$$

$$\lambda \leq 2.5 \quad V_b \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.15 f_g b h_0 \quad \text{属砼深梁要求}$$

②斜截面承载力

$$\lambda > 2.5 \quad V_b = \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.64 f_{vg} b h_0 + 0.8 f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0)$$

$$\lambda \leq 2.5 \quad V_b = \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.56 f_{vg} b h_0 + 0.7 f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0)$$

工程实践为简化设计，一般可采用钢筋砼连梁，连梁按钢筋砼连梁设计。

（五）底框房屋框支梁为墙梁结构的抗震承载力计算

底框房屋框支梁为墙梁结构的抗震是本次修订增加的一个内容。墙梁结构在多层房屋局部部位能否应用是大家关心的问题。近年来我国多个高等院校和研究院进行了研究和试验，共进行了 30 余个框支墙梁墙片拟静力试验和 8 个框支墙梁房屋模型的震动台和拟动力试验。试验表明，在水平低周反复荷载作用下，墙梁墙体的斜裂缝走向和竖向荷载下斜裂缝走向基本一致，即水平作用并不影响竖向荷载按组合拱体系的传力，或影响很小。框支墙梁只要不倒塌，仍能继续承担较大的竖向荷载。即使框支墙梁发生水平剪切破坏后仍具有一定的墙梁组合作用。振动台试验表明，地震破坏为底部抗震墙的剪切或弯曲破坏，框架柱大偏压破坏和上层构造框架约束墙体的剪切破坏。水平地震作用使托梁增加的附加应力很小，未发现显著的新裂缝，根据试验研究可以认为框支墙梁的抗震性能是可靠的，可应用于抗震设计。

本次修订对墙梁结构的抗震设计中房屋总高、层数的限制、抗震横墙的最大间距等均按《建筑抗震设计规范》执行。但底框房屋墙梁结构仅用于底部为一层的底框结构。

在抗震承载力计算和构造措施，根据墙梁结构的特点作了规定。